

Сейчас практически вся современная телефонная связь в офисах сферы малого и среднего бизнеса осуществляется по протоколу ip. Установка asterisk и панели управления freepbx на сервер под управлением CentOS 8 тема моего очередного повествования. Мы последовательно выполним все шаги по конфигурированию и сборке исходных текстов устанавливаемых продуктов.

Если у вас есть желание научиться строить и поддерживать высокодоступные и надежные системы, рекомендую познакомиться с **онлайн-курсом «DevOps практики и инструменты»** в OTUS. Курс не для новичков, для поступления нужно пройти .

Содержание:

- 1 Цели статьи
- 2 Введение
- 3 Подготовка системы
- 4 Настройка Web сервера
- 5 Установка NodeJS
- 6 Установка Freepbx 15 на Centos 8
- 7 Установка Freepbx 14 на Centos 8
- 8 Доступ в web интерфейс Freepbx
- 9 Установка Freepbx 14 с php 5.6 на Centos 8
- 10 Заключение

Цели статьи

1. Кратко рассказать о том, что такое asterisk и freepbx.
2. Собрать asterisk из исходников.
3. Установить панель управления Freepbx.

4. Проверить, что все работает.

Данная статья является частью единого цикла статей про сервер Centos.

Введение

Asterisk — бесплатное решение для организации voip телефонии. Он обладает всеми возможностями обычных АТС, но предоставляет более богатый функционал по управлению звонками. За относительную простоту настройки, по сравнению с цифровыми АТС, бесплатность и широкие возможности он и снискал такую популярность.

Freepbx — бесплатный веб интерфейс для управления астериском. Он существенно упрощает работу с конфигурациями, позволяет выполнять некоторые функции людям, вообще далеким от астериска. Например, с его помощью практически любого можно научить управлять учетными записями пользователей.

Лично я больше люблю настраивать asterisk вручную, нежели с помощью готовой панели. Да, конфигов астериск очень много, они объемные, работать с ними не удобно. Тем не менее, чистый астериск предоставляет практически неограниченную возможность по конфигурированию. С готовой панелью вы будете ограничены ее возможностями. Но если они вас полностью удовлетворяют, то лучше использовать ее.

Дальнейшая установка FreePBX будет проходить по следующей схеме:

1. Подготовка системы.
2. Настройка Web сервера.
3. Установка NodeJS.
4. Сборка Asterisk из исходников.
5. Установка Freepbx.

Сразу важное замечание. Официально Freepbx еще не поддерживает Centos 8. После установки панели, она будет показывать в статусе, что версию системы, на которую она установлена, не может определить. Учитывайте этот нюанс. С таким раскладом для прода она еще не готова. Но в целом, если поставить, попробовать и убедиться, что она работает, можно использовать. По сути, эта панель привязана не к системе, а к версиям софта (php, nodejs, asterisk).

Следующая проблема в том, что стабильной считается 14-я версия, но она работает нормально только на php 5.6, для которого уже кончилась поддержка и ставить ее как-то не с руки. Есть 15-я версия, которая нормально работает на php 7, но она все еще в статусе бета, хоть и работает достаточно стабильно. Что ставить себе, решайте сами. Если непременно нужна Centos 8, то в закрытый контур я бы поставил 14-ю версию на php 5.6. Если версия с

доступом из инета, то я бы ставил 15-ю на php 7.

Таким образом, если вам нужна максимальная стабильность, то разумнее всего сейчас использовать Centos 7, php 5.6 и Freepbx 14 (моя статья по теме). Пример одного из многочисленных вопросов на официальном сайте по поводу php 7.

Я покажу 3 примера установки Freepbx:

- 15-я версия на php 7.2
- 14-я версия на php 7.2
- 14-я версия на php 5.6

Переходите по меню сразу к нужному разделу.

Подготовка системы

Я рекомендую ознакомиться с моим материалом на тему установки и первоначальной настройки centos 8. Многие вопросы там рассмотрены подробнее, здесь же я не буду на них задерживаться, просто выполню необходимые команды.

Прежде чем мы начнем устанавливать asterisk, нам надо выполнить целый ряд подготовительных действий. Первым делом отключаем selinux. Для этого открываем файл:

```
# mcedit /etc/sysconfig/selinux
```

и устанавливаем значение **SELINUX=disabled**. После этого применяем настройку без перезагрузки сервера:

```
# setenforce 0
```

Рекомендация по отключению selinux дается в официальной инструкции по установке freepbx, так как это может привести к нарушению процесса инсталляции.

Дальше обновляем систему и ставим пакеты Development Tools:

```
# dnf update
# dnf groupinstall core base "Development Tools"
```

И еще некоторые зависимости, которые будут нужны.

```
# dnf install tftp-server ncurses-devel sendmail sendmail-cf newt-devel libxml2-devel libtiff-devel gtk2-devel subversion
kernel-devel git crontabs cronie cronie-anacron wget sqlite-devel net-tools gnutls-devel unixODBC
```

В своей работе FreePBX использует базу данных MySQL. В качестве mysql сервера будем использовать mariadb. Для FreePBX версия не критична, так что будем ставить 10.3 из базового репозитория.

```
# dnf module install mariadb
```



```
[root@centos8 ~]# dnf module install mariadb
Last metadata expiration check: 1:19:35 ago on Fri 01 Nov 2019 02:42:23 PM MSK.
Dependencies resolved.
=====
Package                                Arch                                Version                                Repository                                Size
=====
Installing group/module packages:
mariadb-server                          x86_64                              3:10.3.11-2.module_el8.0.0+35+6f2527ed  AppStream                                16 M
Installing dependencies:
mariadb                                  x86_64                              3:10.3.11-2.module_el8.0.0+35+6f2527ed  AppStream                                6.2 M
mariadb-common                          x86_64                              3:10.3.11-2.module_el8.0.0+35+6f2527ed  AppStream                                62 k
mariadb-connector-c                     x86_64                              3.0.7-1.el8                              AppStream                                148 k
mariadb-connector-c-config              noarch                               3.0.7-1.el8                              AppStream                                13 k
mariadb-errmsg                           x86_64                              3:10.3.11-2.module_el8.0.0+35+6f2527ed  AppStream                                232 k
perl-DBD-MySQL                          x86_64                              4.046-2.module_el8.0.0+72+668237d8     AppStream                                156 k
perl-DBI                                 x86_64                              1.641-2.module_el8.0.0+66+feleca09     AppStream                                740 k
perl-Math-BigInt                         noarch                               1:1.9998.11-5.el8                       BaseOS                                    195 k
perl-Math-Complex                       noarch                               1.59-416.el8                             BaseOS                                    108 k
psmisc                                  x86_64                              23.1-3.el8                               BaseOS                                    151 k
Installing weak dependencies:
mariadb-backup                          x86_64                              3:10.3.11-2.module_el8.0.0+35+6f2527ed  AppStream                                6.2 M
mariadb-gssapi-server                   x86_64                              3:10.3.11-2.module_el8.0.0+35+6f2527ed  AppStream                                49 k
mariadb-server-utils                    x86_64                              3:10.3.11-2.module_el8.0.0+35+6f2527ed  AppStream                                1.6 M
Installing module profiles:
mariadb/server
Enabling module streams:
mariadb                                  10.3
perl-DBD-MySQL                          4.046
perl-DBI                                 1.641
```

Запускаем mysql сервер.

```
# systemctl start mariadb
# systemctl enable mariadb
```

Теперь нам нужно установить asterisk. Я решил не добавлять информацию об этом в эту статью, так как она один в один дублирует содержание указанной. Пройдите по ссылке и установите asterisk. Начинать надо сразу с установки jansson и pjsip, так как подготовка сервера там такая же, и мы ее уже выполнили.

Настройка Web сервера

Для работы панели FreePBX нужен web сервер с php. Я буду использовать версию php 7.2 из базового репозитория. Более подробно про настройку web сервера на Centos вы можете прочитать отдельно. Сейчас же коротко пройдем по шагам весь процесс.

Устанавливаем веб сервер apache:

```
# dnf install @httpd
```

Удаляем стартовую страницу.

```
# rm -f /var/www/html/index.html
```

Запускаем httpd и добавляем в автозагрузку.

```
# systemctl enable --now httpd
```

Открываем порты на firewalld, если вы ранее не настраивали iptables.

```
# firewall-cmd --add-service={http,https} --permanent  
# firewall-cmd --reload
```

Если вы хотите использовать php 5.6, то сразу переходите в самый конец статьи, в соответствующий раздел. Ниже будем ставить дефолтную версию php 7.2 из базового репозитория Centos 8. Устанавливаем необходимые php расширения.

```
# dnf install wget @php php-pear php-cgi php-common php-curl php-mbstring php-gd php-mysqlnd php-gettext php-bcmath php-zip  
php-xml php-json php-process php-snmp
```

Изменяем максимально допустимый размер файла для загрузки и лимит по памяти для скриптов.

```
# sed -i 's/^(^upload_max_filesize = \).*\/\100M/' /etc/php.ini  
# sed -i 's/^(^memory_limit = \).*\/\512M/' /etc/php.ini
```

Теперь нам нужно изменить некоторые параметры httpd — запустить его от пользователя asterisk и включить опцию AllowOverride. Это можно сделать руками в файле `/etc/httpd/conf/httpd.conf`, либо автоматически с помощью sed.

```
# sed -i 's/^(User\|Group\).*\/\1 asterisk/' /etc/httpd/conf/httpd.conf  
# sed -i 's/AllowOverride None/AllowOverride All/' /etc/httpd/conf/httpd.conf
```

Мы просто выставили следующие параметры:

- User asterisk
- Group asterisk
- AllowOverride All

И так же в php-fpm меняем пользователя на asterisk в конфигурации пула `/etc/php-fpm.d/www.conf`

```
# sed -i 's/^(user\|group\).*\/\1 = asterisk/' /etc/php-fpm.d/www.conf  
# sed -i 's/^(listen.ac\|users\).*\/\1 = asterisk/' /etc/php-fpm.d/www.conf
```

Запускаем httpd и php-fpm.

```
# systemctl enable --now php-fpm httpd  
# systemctl restart php-fpm httpd
```

Проверяем статус запущенных служб.

```
# systemctl status php-fpm httpd
```



```
[root@centos8 ~]# systemctl status php-fpm httpd
● php-fpm.service - The PHP FastCGI Process Manager
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/php-fpm.service; enabled; vendor preset: disabled)
   Active: active (running) since Fri 2019-11-01 17:00:49 MSK; 4s ago
 Main PID: 26508 (php-fpm)
   Status: "Ready to handle connections"
    Tasks: 6 (limit: 25086)
  Memory: 22.9M
   CGroup: /system.slice/php-fpm.service
           └─26508 php-fpm: master process (/etc/php-fpm.conf)
             └─26509 php-fpm: pool www
               └─26510 php-fpm: pool www
                 └─26511 php-fpm: pool www
                   └─26512 php-fpm: pool www
                     └─26513 php-fpm: pool www

Nov 01 17:00:49 centos8 systemd[1]: Stopped The PHP FastCGI Process Manager.
Nov 01 17:00:49 centos8 systemd[1]: Starting The PHP FastCGI Process Manager...
Nov 01 17:00:49 centos8 systemd[1]: Started The PHP FastCGI Process Manager.

● httpd.service - The Apache HTTP Server
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/httpd.service; enabled; vendor preset: disabled)
  Drop-In: /usr/lib/systemd/system/httpd.service.d
           └─php-fpm.conf
   Active: active (running) since Fri 2019-11-01 17:00:50 MSK; 3s ago
     Docs: man:httpd.service(8)
 Main PID: 26517 (httpd)
   Status: "Started, listening on: port 443, port 80"
    Tasks: 213 (limit: 25086)
  Memory: 29.2M
   CGroup: /system.slice/httpd.service
           └─26517 /usr/sbin/httpd -DFOREGROUND
             └─26518 /usr/sbin/httpd -DFOREGROUND
               └─26519 /usr/sbin/httpd -DFOREGROUND
                 └─26520 /usr/sbin/httpd -DFOREGROUND
                   └─26521 /usr/sbin/httpd -DFOREGROUND
```

Все в порядке, движемся дальше.

Установка NodeJS

Для работы FreePBX требуется сервер NodeJS. Установим его на Centos 8. Нам нужна будет 10-я версия, и она есть в базовом репозитории. Так что ставится все очень просто.

```
# dnf module install nodejs:10
```



```
[root@centos8 asterisk-16.6.1]# dnf module install nodejs:10
Last metadata expiration check: 2:44:31 ago on Fri 01 Nov 2019 02:42:23 PM MSK.
Dependencies resolved.
=====
Package                Arch      Version                                Repository      Size
=====
Installing group/module packages:
nodejs                  x86_64    1:10.16.3-2.module_e18.0.0+186+542b25fc  AppStream      9.0 M
npm                     x86_64    1:6.9.0-1.10.16.3.2.module_e18.0.0+186+542b25fc  AppStream      3.8 M
Installing module profiles:
nodejs/common
Enabling module streams:
nodejs                  10
=====
Transaction Summary
=====
Install 2 Packages

Total download size: 13 M
Installed size: 59 M
Is this ok [y/N]: █
```

serveradmin.ru

После завершения установки проверяем версию.

```
# node --version
v10.16.3
```

Установка Freepbx 15 на Centos 8

Начнем с самого простого 15-я версия на php 7. Качаем архив с официального сайта.

```
# cd ~
# wget http://mirror.freepbx.org/modules/packages/freepbx/freepbx-15.0-latest.tgz
```

Распаковываем архив.

```
# tar xfz freepbx-15.0-latest.tgz
```

Устанавливаем Freepbx 15 на Centos 8.

```
# cd freepbx  
# ./start_asterisk start  
# ./install -n
```

Если на mysql установили пароль root, то запускать установку следует с указанием пароля.

```
# ./install -n --dbuser root --dbpass password
```



```
Module recordings version 15.0.3.4 successfully installed
Updating Hooks...Done
Chowning directories...Done

Done. All modules installed.
Updating Hooks...Done
Chowning directories...Done
Chowning directories...Done
Chowning directories...Done
Chowning directories...Done
Chowning directories...Done
Chowning directories...Done
Chowning directories...Done
Chowning directories...Done
Chowning directories...Done
Chowning directories...Done
Chowning directories...Done
Chowning directories...Done
Chowning directories...Done
Chowning directories...Done
All modules up to date.
Updating Hooks...Done
Done installing all modules
Taking too long? Customize the chown command, See http://wiki.freepbx.org/display/FOP/FreePBX+Chown+Conf
Setting Permissions...
Setting base permissions...Done
Setting specific permissions...
 31043 [=====]
Finished setting permissions
Taking too long? Customize the chown command, See http://wiki.freepbx.org/display/FOP/FreePBX+Chown+Conf
Setting Permissions...
Setting base permissions...Done
Setting specific permissions...
 31043 [=====]
Finished setting permissions
Generating default configurations...
Finished generating default configurations
You have successfully installed FreePBX
[root@centos8 freepbx]#
```

serveradmin.ru

Перезапустите httpd.

```
# systemctl restart httpd
```

На этом установка freepbx закончена. Можно идти в веб интерфейс и проверять. Сначала создадите учетную запись администратора freepbx, потом зайдете под ней в панель управления asterisk. Рекомендую выбрать английский язык. Перевод на русский так себе, с ним иногда бывает сложно понять суть настроек.

Я заметил небольшую проблему. Во время входа панель обращается к какому-то внешнему ресурсу, который с моего сервера плохо доступен. Из-за этого очень долго выполняется вход, потом вылетает ошибка бэкенда и загружается dashboard. В логах apache при этом была ошибка:

```
[proxy_fcgi:error] [pid 12015:tid 140317076465408] (70007)The timeout specified has expired: [client 10.20.1.1:51742]  
AH01075: Error dispatching request to : (polling), referer: http://10.20.1.23/admin/config.php
```

Не хватает дефолтного времени в параметре **RequestReadTimeout**. Ошибка пропала и вход стал выполняться нормально после того, как я увеличил таймауты, добавив в `/etc/httpd/conf/httpd.conf`.

```
RequestReadTimeout header=20-600,MinRate=500 body=20,MinRate=500
```

Не забудьте после этого перезапустить httpd.

Так же у меня была ошибка с отображением системной информации в виджете `System Overview`. Вместо полезной информации там была ошибка:

There was an error asking for Overview. Check the error logs for more information.

Как ее исправить, я так и не разобрался.

Установка Freepbx 14 на Centos 8

Теперь покажу, как установить Freepbx 14 на php 7.2, которая в базовом репозитории Centos 8. Делаем все то же самое, что и выше, только для 14-й версии.

Качаем архив с официального сайта.

```
# cd ~  
# wget http://mirror.freepbx.org/modules/packages/freepbx/freepbx-14.0-latest.tgz
```

Распаковываем архив.

```
# tar xzf freepbx-14.0-latest.tgz
```

Устанавливаем Freepbx 14 на Centos 8.

```
# cd freepbx  
# ./start_asterisk start  
# ./install -n
```

Если на mysql установили пароль root, то запускать установку следует с указанием пароля.

```
# ./install -n --dbuser root --dbpass password
```

Перезапустите httpd.

```
# systemctl restart httpd
```

На этом установка freepbx 14 закончена. Можно идти в веб интерфейс и проверять.

Доступ в веб интерфейс Freepbx

Переходим в браузере по ip адресу или доменному имени сервера и создаем учетную запись администратора Freepbx. При первом заходе в 14-ю версию я увидел ошибку.

The screenshot displays a PHP error report with two main sections: a stack trace on the left and a code snippet on the right.

Stack frames (5):

- 4 Whoops\Exception\Exception (/var/www/html/admin/libraries/components.class.php:571)
- 3 Whoops\Run handleError (/var/www/html/admin/functions.inc.php:190)
- 2 include (/var/www/html/admin/functions.inc.php:190)
- 1 fpbx_framework_autoloader [internal]:0
- 0 spl_autoload_call (/var/www/html/admin/config.php:414)

Code Snippet: /var/www/html/admin/libraries/components.class.php

```
561.     return $guiement_formfields;
562.   }
563. }
564.
565. // Hidden field
566. // Odd ball this one as neither guinput or guitext !
567. /**
568.  *
569.  * @param $table bool if this element is in a table or not, Default is true.
570.  */
571. class gui_hidden extends guielement {
572.     public function gui_hidden($elemname, $currentvalue = '', $table=true) {
573.         if(is_array($elemname)) {
574.             extract($elemname);
575.         }
576.         // call parent class constructor
577.         parent::__construct($elemname, '', '');
578.
579.         $this->html = "<input type=\"hidden\" name=\"".$this->elemname.\" id=\"".$this->elemname.\" value=\"\"
580. . htmlentities($currentvalue).\">\";
581.         $this->type = "hidden";
582.
583.         // make it a new row
584.         if($table) {
585.             $this->_html = $this->_html;
```

Arguments:

- "Methods with the same name as their class will not be constructors in a future version of PHP; gui_hidden has a deprecated constructor"

No comments for this stack frame.

Environment & details:

GET Data empty

Текст ошибки.

```
Whoops \ Exception \ ErrorException (E_DEPRECATED)  
Methods with the same name as their class will not be constructors in a future version of PHP; gui_hidden has a deprecated  
constructor in /var/www/html/admin/libraries/components.class.php on line 571
```

Насколько я понял, это сообщение о том, что используется какая-то конструкция, которая объявлена Deprecated и скоро не будет работать. Что с этим делать сейчас, я не понял. Нашел баг репорт с этой ошибкой — <https://issues.freepbx.org/browse/FREEPBX-19941> Он почему-то отклонен, помещен как дублирующий, но найти эту же ошибку в треке я не смог.

Если взять версию php 5.6, то там этой ошибки не будет. Freepbx 14 официально поддерживает только 5.6, но откатываться на нее совсем не хочется.

Я решил просто отключить обработчик ошибок bootstrap. Для этого открываем конфиг freepbx и добавляем туда новое значение.

```
# mcedit /etc/freepbx.conf
```

```
$bootstrap_settings['freepbx_error_handler'] = false;
```

Заходим в web интерфейс freepbx еще раз и создаем администратора.

FreePBX Support

Welcome to FreePBX Administration!

Initial Setup

Please provide the core settings that will be used to administer and update your system

Administrator User

Username

Password

Confirm Password

System Notifications Email

Notifications Email address

System Identification

System Identifier

System Updates

Automatic Module Updates Enabled Email Only Disabled

Automatic Module Security Updates Enabled Email Only

Send Security Emails For Unsigned Modules Enabled Disabled

Check for Updates every

Потом, используя созданную учетку, логинимся в панель и указываем начальные настройки. Рекомендую выбрать английский язык. Как я уже говорил,

перевод на русский так себе, с ним иногда бывает сложно понять суть настроек.

Admin Applications Connectivity Dashboard Reports Settings Apply Config

Please Select the default locales of the PBX
Based on your locale your language and timezone have been pre-selected.

Sound Prompts Language Russian

System Language en_US

Timezone Europe/Moscow

Submit

После этого оказывается в веб панели Freepbx. Нажмите сверху на [Dashboard](#) и увидите сводную информацию по системе. Теперь можно начинать ее настройку, но это тема отдельной статьи. Возможно, до нее у меня когда-нибудь дойдут руки.

Установка Freepbx 14 с php 5.6 на Centos 8

В целом, Freepbx 14 на php 7 работает. Я читал в буржунете, что вроде как работает нормально и особых проблем быть не должно. Но сразу предупреждаю, что сам я не проверял. Самый надежный вариант, как я написал выше, будет установить 14-ю версию на php 5.6. Давайте сделаем и это.

Для этого подключаем репозиторий remi и epel.

```
# dnf install https://dl.fedoraproject.org/pub/epel/epel-release-latest-8.noarch.rpm  
# dnf install https://rpms.remirepo.net/enterprise/remi-release-8.rpm
```

Устанавливаем php 5.6

```
# dnf install php56 php56-php-fpm php56-php-pear php56-php-cgi php56-php-common php56-php-curl php56-php-mbstring php56-php-gd php56-php-mysqlnd php56-php-gettext php56-php-bcmath php56-php-zip php56-php-xml php56-php-json php56-php-process php56-
```

```
php-snmp --skip-broken
```

Php 5.6 в Centos 8 устанавливается в **/opt**. Конфиг `php.ini` лежит по адресу `/etc/opt/remi/php56/php.ini`, конфиг пула `/etc/opt/remi/php56/php-fpm.d/www.conf`. Их нам надо так же отредактировать, как и для 7-й версии. Увеличить лимиты и заменить пользователя на `asterisk`. Читайте об этом в разделе про настройку web сервера.

Запускается php 5.6 командой:

```
# systemctl enable --now php56-php-fpm
```

Добавьте path с php5.6 в окружение.

```
# source /opt/remi/php56/enable
```

Чтобы после перезагрузки они снова применились, добавьте их в профиль.

```
# cat /opt/remi/php56/enable >> ~/.bash_profile
```

Установите права на директорию с сессиями php для пользователя `asterisk`.

```
# chown -R asterisk. /var/opt/remi/php56/lib/php/session
```

Дальше устанавливается точно так же Freepbx 14 и настраивается.

Заключение

Не понравилась статья и хочешь научить меня администрировать? Пожалуйста, я люблю учиться. Комментарии в твоём распоряжении. Расскажи, как сделать правильно!

Долго я возился с этой статьей. В итоге перепробовал кучу всяких вариантов и настроек, но у меня так и не получилось добиться того, чтобы Freepbx без ошибок работала на Centos 8. Я для себя сделал вывод, что панель просто не готова к работе на этой системе. Статью я решил все же оформить и опубликовать, потому что было жаль потраченного времени, плюс может это будет кому-то полезно, если необходимо настраивать только на Centos 8.

При настройке и отладке различных версий, рекомендую использовать виртуальную машину и снэпшоты. Я сначала настроил систему, сделал снэпшот, потом собрал астериск, сделал еще снэпшот, а потом уже пробовал различные версии панели. Это позволило оперативно проверить много вариантов настроек и версий php. Загружался из снэпшотов раз 20.

Все статьи в буржунете, что видел, поверхностны и рассказывают обычную установку на дефолтную систему с php 7.2 из базовых реп. Как это потом работает, никто не проверяет. Реально полезной и законченной информации по Centos 8 b Freepbx я не нашел.

Если у кого-то есть информация, как все это корректно настроить и использовать, буду рад подробностям в комментариях.

Напоминаю, что данная статья является частью единого цикла статьей про сервер Centos.

Онлайн курс "DevOps практики и инструменты"

Если у вас есть желание научиться строить и поддерживать высокодоступные и надежные системы, научиться непрерывной поставке ПО, мониторингу и логированию web приложений, рекомендую познакомиться с **онлайн-курсом «DevOps практики и инструменты»** в OTUS. Курс не для новичков, для поступления нужны базовые знания по сетям и установке Linux на виртуалку. Обучение длится 5 месяцев, после чего успешные выпускники курса смогут пройти собеседования у партнеров. Проверьте себя на вступительном тесте и смотрите программу детальнее по .

Помогла статья? Есть возможность отблагодарить автора